

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.2134-0
(10/2019)

Caractéristiques et critères de protection des récepteurs des systèmes du service mobile dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz à utiliser dans les études de partage et de compatibilité

Série M

**Services mobile, de radiorepérage et d'amateur
y compris les services par satellite associés**



Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2019

© UIT 2019

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R M.2134-0

**Caractéristiques et critères de protection des récepteurs des systèmes
du service mobile dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz
à utiliser dans les études de partage et de compatibilité**

(2019)

Domaine d'application

La présente Recommandation établit les caractéristiques et les critères de protection des récepteurs des systèmes du service mobile dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz. Ces caractéristiques techniques et opérationnelles doivent être employées dans les études de partage et de compatibilité¹.

Mots-clés

Service mobile, caractéristiques techniques, critères de protection

Abréviations/Glossaire

AAS	système d'antenne évolué
ACS	sélectivité par rapport au canal adjacent
AP	point d'accès
AR	réalité augmentée
BS	station de base
LDPC	contrôle de parité à faible densité
MCS	système de modulation et de codage
MIMO	entrées multiples, sorties multiples
SF	service fixe
SFS	service fixe par satellite
DRT	duplex à répartition dans le temps
UHD	ultra-haute définition
UE	équipement d'utilisateur
VR	réalité virtuelle

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) que l'utilisation par le service mobile de la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz ou de parties de celle-ci est prévue dans plusieurs pays, notamment pour établir des liaisons de données à débit élevé dans le but principal d'acheminer des données multimédia haute définition;

¹ La présente Recommandation ne traite pas des caractéristiques techniques et des critères de protection des stations ESIM et HAPS, dont il est question aux points 1.5 et 1.14 de l'ordre du jour de la CMR-19.

- b) qu'il est nécessaire de disposer de caractéristiques techniques et opérationnelles de récepteurs qui soient représentatives des systèmes fonctionnant dans les bandes de fréquences attribuées au service mobile pour pouvoir les utiliser dans les études de partage et de compatibilité;
- c) qu'il est nécessaire de disposer de procédures et de méthodes pour analyser l'incidence de systèmes d'autres services sur les récepteurs des systèmes du service mobile,

notant

- a) que la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz est attribuée dans le monde entier au service mobile à titre primaire;
- b) que la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz est également attribuée dans le monde entier au service fixe par satellite (Terre vers espace) et au service fixe à titre primaire,

recommande

- 1 d'utiliser les caractéristiques techniques et opérationnelles des récepteurs du service mobile, telles qu'elles sont décrites dans l'Annexe 1, pour les études de partage et de compatibilité entre le service mobile et les systèmes d'autres services dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz;
- 2 d'utiliser les critères relatifs au rapport puissance du signal brouilleur/puissance de bruit du récepteur du système mobile indiqués dans l'Annexe 1 comme niveaux de protection nécessaires pour les systèmes mobiles dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz.

Annexe 1

Caractéristiques techniques et opérationnelles des récepteurs des systèmes du service mobile dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz à utiliser dans les études de partage et de compatibilité

1 Introduction

Dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz ou dans certaines parties de cette gamme, les systèmes mobiles peuvent prendre en charge des applications très diverses, et notamment transmettre de manière fiable plusieurs gigabits de données pour les services vocaux mobiles, les services de liaison de données et les services de liaison vidéo large bande, ainsi que pour des applications liées à la vidéo comme le streaming vidéo en ultra-haute définition, la réalité virtuelle, etc. Cette capacité de transmission est le principal facteur de développement de ces systèmes.

2 Caractéristiques des systèmes mobiles dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz

2.1 Introduction

Grâce aux progrès techniques accomplis dans les domaines du traitement des signaux, des modulations complexes, de la conception des antennes et des composants à semi-conducteurs, il est devenu possible de concevoir et de construire des systèmes de communication fonctionnant dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz ou dans certaines parties de cette gamme. Ces systèmes permettront de fournir un accès à plusieurs gigabits pour les dispositifs mobiles ou portables. Ceux-ci communiquent avec des stations de base ou des points d'accès généralement situés dans des zones

très peuplées, qui offrent aux particuliers, aux foyers et aux entreprises une connectivité large bande pouvant atteindre 100 MHz, voire davantage grâce à l'agrégation de plusieurs voies.

L'emploi de ces largeurs de bande et d'antennes-réseau exploitant des technologies de pointe permet d'acheminer des volumes considérables de contenus à des débits très élevés; il devient alors possible de proposer des applications comme la vidéo en ultra-haute définition, la réalité virtuelle et la réalité augmentée. Ces systèmes permettent de connecter des milliers de dispositifs dans des zones de population très dense, par exemple des stades ou de grands centres de spectacle, des arrêts de transport en commun et d'autres lieux où se concentrent un grand nombre d'utilisateurs de dispositifs intelligents. Ils permettent aussi de prendre en charge d'autres applications, comme des liaisons radioélectriques à haut débit entre l'armoire de trottoir et les foyers, ou une connexion entre des modems mobiles ou des dispositifs privés et un réseau.

2.2 Récepteurs

Les systèmes mobiles de nouvelle génération fonctionnant dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz ou dans certaines parties de cette gamme utilisent des récepteurs numériques de technologie récente qui améliorent leur efficacité grâce à des techniques de codage et de modulation évoluées. Leurs systèmes de modulation et de codage (MCS) comprennent généralement les modulations MDP-2, MDP-4, MAQ-16 et MAQ-64 couplées à un contrôle de parité à faible densité (LDPC) convolutif et à un turbo-codage.

Ces systèmes utilisent surtout le MROF pour obtenir plusieurs accès simultanés en s'appuyant sur le duplexage par répartition dans le temps (DRT); ils utilisent également une commande de puissance sur la liaison montante.

La réponse de filtrage du récepteur de ces systèmes se caractérise par des valeurs de sélectivité par rapport au canal adjacent (ACS). Le Tableau 1 ci-dessous indique les valeurs d'ACS pour les stations de base et les stations mobiles du service mobile dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz.

TABLEAU 1

Sélectivité par rapport au canal adjacent (ACS) du récepteur

Sélectivité par rapport au canal adjacent (ACS) du récepteur (dB)	Station de base	Station mobile
	24	23

2.3 Antennes

En matière d'antennes-réseaux, les systèmes mobiles fonctionnant dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz ou dans certaines parties de cette gamme exploitent une technologie de pointe fondée sur des modules qui peuvent être assemblés de différentes manières. En général, les stations de base utilisent des antennes-réseaux plus grandes (comportant par exemple jusqu'à 256 éléments) pour obtenir un gain supérieur, tandis que les stations mobiles utilisent des antennes-réseaux plus petites (par exemple jusqu'à 32 éléments) en raison des limitations en termes de taille et de puissance.

Les informations présentées dans le Tableau 2 et les informations connexes du § 4.1 peuvent servir à modéliser le diagramme d'antenne directif de ces antennes aux fins des études de partage et de compatibilité.

Les antennes des stations de base sont généralement montées sur des lampadaires urbains ou d'autres structures urbaines peu élevées, dont la hauteur ne dépasse pas quelques étages d'immeuble. La hauteur d'antenne de ces systèmes varie donc le plus souvent entre 10 m (soit environ trois étages d'immeuble) et 20 m (environ six étages) au-dessus du sol, selon l'environnement de déploiement. Par hypothèse, les stations mobiles sont utilisées au niveau de la rue, soit à une hauteur d'environ 1,5 m.

3 Critères de protection

Les critères de protection en termes de valeurs I/N sont indiqués dans le Tableau 2. Le rapport I/N tolérable indiqué est rapporté à l'entrée du récepteur mobile et exige que toutes les sources de brouillages soient prises en compte. En présence d'une source unique, le brouillage causé par la source unique ne doit pas donner lieu à un dépassement de ce critère pour pouvoir assurer la protection des systèmes mobiles. En présence de plusieurs sources de brouillage, le brouillage cumulatif causé par ces sources ne doit pas donner lieu à un dépassement de ce critère pour pouvoir assurer la protection des systèmes mobiles.

4 Résumé

Les paramètres techniques des systèmes mobiles représentatifs fonctionnant dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz sont présentés dans le Tableau 2.

TABLEAU 2
Caractéristiques des récepteurs des stations de base et des stations mobiles dans la gamme de fréquences 27,5-29,5 GHz

Caractéristiques	Système A (représentant les déploiements dans certains pays)		Système B (représentant les déploiements dans certains pays)		Système C (représentant les déploiements dans certains pays)		Système D (représentant les déploiements dans certains pays)	
	Station de base	Station mobile						
Gamme de fréquences (GHz)	27,5-28,35		27,5-29,5		27,5-29,5		27,5-29,5	
Largeur de bande du récepteur (MHz)	100		100		200		200	
Type de diagramme d'antenne	Directif		Directif		Directif		Directif	
Polarisation de l'antenne	Rectiligne		Rectiligne		Rectiligne		Rectiligne	
Valeur crête du gain d'antenne (dBi)	29	14	29	20	23	17	23	14
Modèle de diagramme d'antenne	Voir le diagramme d'antenne au § 4.1 ci-dessous							
Hauteur d'antenne (m)	10-20	1,5	10-20	1,5	6 ou 15	1,5	6-10	1,5
Facteur de bruit du récepteur (dB)	6,5	8,5	6	6	10	10	10	10

TABLEAU 2 (*fin*)

Caractéristiques	Système A (représentant les déploiements dans certains pays)		Système B (représentant les déploiements dans certains pays)		Système C (représentant les déploiements dans certains pays)		Système D (représentant les déploiements dans certains pays)	
	Station de base	Station mobile						
Critère de protection (dB)	-6		-6		-6		-6	
Inclinaison vers le bas de l'antenne de la station de base (degrés)	10		10		10		10	
Affaiblissement dû au corps humain (dans le cas d'un équipement d'utilisateur portatif)	Non applicable	4 dB						
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation de la station de base	0	Non applicable	0	Non applicable	3 dB	Non applicable	3 dB	Non applicable

Dans les études de partage, on peut prendre pour hypothèse que le faisceau d'antenne de la station de base peut varier dans une fourchette de ± 60 degrés dans le plan de l'azimut. Selon le scénario à étudier², dans le plan d'élévation et par rapport au plan horizontal, on peut appliquer une fourchette de -6 degrés à -60 degrés pour une antenne de station de base située à 20 m, et de -3 degrés à -60 degrés pour une antenne de station de base située à 10 m pour le Système A; une fourchette de -5 à -60 degrés pour une antenne de station de base située à 20 m et de -2 degrés à -60 degrés pour une antenne de station de base située à 10 m pour le Système B; une fourchette de -6 à -60 degrés pour une antenne de station de base située à 15 m et de -3 degrés à -60 degrés pour une antenne de station de base située à 6 m pour le Système C; et une fourchette de -6 à -60 degrés pour une antenne de station de base située à 10 m et de -3 degrés à -60 degrés pour une antenne de station de base située à 6m pour le Système D.

4.1 Modèle de diagramme d'antenne de référence

Le diagramme d'antenne à formation de faisceaux est exprimé au regard d'une configuration du réseau d'antennes comportant un certain nombre d'éléments rayonnants identiques disposés dans un même plan avec une distance de séparation fixe (par exemple $\lambda/2$). Par hypothèse, les éléments ont des diagrammes de rayonnement identiques et leur directivité est maximale perpendiculairement au plan dans lequel ils se trouvent. Le gain d'antenne total est la somme (échelle logarithmique) du gain du réseau et du gain des éléments.

² Compte tenu des valeurs précitées, les mesures de protection du service mobile devraient être établies pour tous les angles d'élévation, notamment à partir de la longueur d'onde, du diagramme de gain d'antenne du récepteur et du facteur de bruit du récepteur des systèmes du service mobile. Ces mesures devraient s'appliquer à tous les angles d'azimut.

Les formules exprimant le diagramme des éléments et le diagramme composite sont présentés dans les Tableaux 3 et 4 ci-dessous. Dans ces tableaux, les angles θ et φ sont définis en fonction du système de coordonnées décrit ci-après.

Les éléments rayonnants sont placés de manière uniforme dans le plan y-z le long de l'axe vertical des z dans un système de coordonnées cartésien. Le plan x-y correspond au plan horizontal. L'angle d'élévation est désigné par θ (défini entre 0° et 180° , 90° représentant l'angle perpendiculaire à l'ouverture de l'antenne-réseau). L'angle d'azimut est désigné par φ (défini entre -180° et 180°).

Dans un système d'antenne évolué (AAS), le comportement de l'antenne en présence de rayonnements non désirés (hors bloc) sera différent du comportement en présence de signaux utiles (dans un bloc). Les systèmes AAS commandent activement tous les signaux individuels fournis aux différents éléments du réseau d'antenne afin de modeler et d'orienter le diagramme d'antenne pour lui donner la forme voulue.

Diagramme des éléments

TABLEAU 3

Diagramme des éléments dans un modèle d'antenne-réseau³

Diagramme d'antenne dans le plan horizontal	$A_{E,H}(\varphi) = -\min \left[12 \left(\frac{\varphi}{\varphi_{3dB}} \right)^2, A_m \right] \text{ dB}$
Ouverture de faisceau à 3 dB dans le plan horizontal d'un élément unique/deg (φ_{3dB})	80
Rapport avant/arrière: A_m et SLA_v	30
Diagramme de rayonnement dans le plan vertical	$A_{E,V}(\theta) = -\min \left[12 \left(\frac{\theta-90}{\theta_{3dB}} \right)^2, SLA_v \right] \text{ dB}$
Ouverture de faisceau à 3 dB dans le plan vertical d'un élément unique/deg (θ_{3dB})	65
Diagramme d'un élément unique	$A_E(\varphi, \theta) = G_{E,max} - \min \{ -[A_{E,H}(\varphi) + A_{E,V}(\theta)], A_m \}$
Gain de l'élément (dBi), $G_{E,max}$	5

Diagramme d'antenne composite

Le Tableau 4 illustre la manière d'obtenir le diagramme d'antenne composite, $A_A(\theta, \varphi)$. $A_A(\theta, \varphi)$ est le diagramme d'antenne à formation de faisceaux obtenu par la somme logarithmique du gain de l'antenne-réseau, $10 \log_{10} \left(\sum_{m=1}^{N_H} \sum_{n=1}^{N_V} w_{i,n,m} \cdot v_{n,m} \right)^2$, et du gain de l'élément $A_E(\theta, \varphi)$. Il convient d'utiliser

le diagramme d'antenne composite pour l'antenne de la station de base lorsque le réseau d'antenne dessert une ou plusieurs stations mobiles comportant un ou plusieurs faisceaux, chaque faisceau étant indiqué par le paramètre i .

³ Ce tableau illustre un diagramme d'antenne de référence, et ne représente donc pas une enveloppe maximale ou moyenne.

TABLEAU 4

Diagramme d'antenne composite pour la formation de faisceaux dans les stations de base et les stations mobiles

Configuration	Colonnes multiples ($N_V \times N_H$ éléments)
Diagramme d'antenne composite de l'antenne réseau en dB $A_A(\theta, \varphi)$	<p>Pour le faisceau i:</p> $A_{A,Beam\ i}(\theta, \varphi) = A_E(\theta, \varphi) + 10 \log_{10} \left(\left \sum_{m=1}^{N_H} \sum_{n=1}^{N_V} w_{i,n,m} \cdot v_{n,m} \right ^2 \right)$ <p>Le vecteur de superposition est donné par la formule:</p> $v_{n,m} = \exp \left(i \cdot 2\pi \left((n-1) \cdot \frac{d_V}{\lambda} \cdot \cos(\theta) + (m-1) \cdot \frac{d_H}{\lambda} \cdot \sin(\theta) \cdot \sin(\varphi) \right) \right),$ <p>$n=1, 2, \dots, N_V; m=1, 2, \dots, N_H;$</p> <p>La pondération est donnée par la formule:</p> $w_{i,n,m} = \frac{1}{\sqrt{N_H N_V}} \exp \left(i \cdot 2\pi \left((n-1) \cdot \frac{d_V}{\lambda} \cdot \sin(\theta_{i,etilt}) - (m-1) \cdot \frac{d_H}{\lambda} \cdot \cos(\theta_{i,etilt}) \cdot \sin(\varphi_{i,escan}) \right) \right)$
Configuration de l'antenne réseau (ligne \times colonne)	Station de base: 16 x 16 (Systèmes A et B), 8 x 8 (Systèmes C et D) Station mobile: 4 x 2 (Systèmes A et D)/8 x 4 (Système B)/4 x 4 (Système C)
Espacement horizontal des éléments rayonnants d/λ	0,5
Espacement vertical des éléments rayonnants d/λ	0,5

En l'absence de toute information particulière sur le diagramme de rayonnement, il convient de se reporter à la Recommandation UIT-R F.1336, qui contient les diagrammes de rayonnement exprimés en valeurs de crête et moyennes des antennes sectorielles dans la gamme de fréquences 400 MHz-70 GHz.